

Comparação da função muscular isocinética dos membros inferiores entre idosos caídores e não caídores

Isokinetic muscle function comparison of lower limbs among elderly fallers and non-fallers

Juliana da Silva Antero-Jacquemin¹, Priscilla Santos¹, Patrícia Azevedo Garcia², Rosângela Corrêa Dias³, João Marcos Domingues Dias³

RESUMO | O objetivo deste estudo foi identificar se há diferenças entre o desempenho muscular de tornozelo, joelho e quadril em idosos com e sem relato de queda nos últimos seis meses. Foram incluídos 81 idosos com 65 anos ou mais: 56 negaram quedas (G1) e 25 relataram quedas (G2). Utilizou-se o questionário perfil de atividade humana para medir o nível de atividade física, e o dinamômetro isocinético para mensurar os parâmetros físicos da função muscular. Os grupos não diferiram entre si em relação à idade ($p=0,925$), duração ($p=0,065$) e frequência ($p=0,302$) da prática do exercício físico, índice de massa corpórea ($p=0,995$) e nível de atividade física ($p=0,561$). O G2 apresentou menor desempenho para as variáveis pico de torque de flexão e extensão de joelho esquerdo ($p=0,027$ e $p=0,030$, respectivamente) e trabalho por peso corporal ($p=0,040$) de flexão de joelho esquerdo a $60^\circ/s$; pico de torque e trabalho por peso corporal de flexão e extensão de joelho a $180^\circ/s$ bilateralmente ($p<0,050$); e potência média de flexão de joelhos direito e esquerdo ($p=0,030$). A maioria das variáveis do tornozelo e quadril não apresentou diferenças entre os grupos. Apenas a variável pico de torque de extensão de quadril esquerdo foi significativamente maior no G1 ($p=0,035$). É importante considerar a função muscular do joelho na avaliação clínica de idosos para direcionar a intervenção terapêutica e a prevenção de quedas.

Descritores | idoso; força muscular; extremidade inferior; acidentes por quedas; dinamômetro de força muscular.

ABSTRACT | The aim of this study was to identify whether there are differences between the performance of muscular groups of ankle, knee and hip among elderly people who didn't have falls and individuals who reported falls in the last six months. The study included 81 elderly aged 65 or older: 56 non-faller subjects (G1) and 25 faller subjects (G2). To obtain the level of physical activity, the questionnaire Human Activity Profile was used, and the muscle function of the lower limbs was assessed using isokinetic dynamometer. The groups did not differ regarding age ($p=0.925$), duration ($p=0.065$) and frequency ($p=0.302$) of the practice of physical exercise, body mass index (BMI) ($p=0.995$) and level of physical activity ($p=0.561$). The G2 showed a lower performance of peak torque of left knee flexion and extension ($p=0.027$ and $p=0.030$, respectively) and work proportional to body weight ($p=0.040$) of left knee flexion at $60^\circ/s$; peak torque and work proportional to body weight of bilaterally knee flexion and extension at $180^\circ/s$ ($p<0.05$) and average power of right and left knee extension ($p=0.03$). Most variables of ankle and hip joints did not differ between groups. Only peak torque of left hip extension was significantly higher in the non-faller group ($p=0.035$). It is important to consider knee muscle function in the clinical evaluation of elderly in order to make the intervention more assertive and thus to prevent falls.

Keywords | aged; muscle strength; lower extremity; accidental falls; muscle strength dynamometer.

Estudo desenvolvido no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte (MG), Brasil.

¹Fisioterapeuta pela UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

²Professora Mestre Assistente da Universidade de Brasília (UnB) - Brasília (DF), Brasil.

³Professor(a) Doutor(a) Associado(a) do Departamento de Fisioterapia da UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

Endereço para correspondência: Patrícia Azevedo Garcia - Universidade de Brasília - Ceilândia, Colegiado de Fisioterapia - QNN 14 - Área Especial - Ceilândia Sul - CEP: 72220-140 - Brasília (DF), Brasil - E-mail: patriciaagarcia@unb.br

Apresentação: abr. 2011 - Aceito para publicação: dez. 2011 - Fonte de financiamento: nenhuma - Conflito de interesses: nada a declarar - Parecer de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG nº 492/07

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo inerente aos seres vivos, que se expressa pela perda da capacidade de adaptação do organismo a situações de estresse físico e pela diminuição da funcionalidade¹⁻⁴. Uma das principais alterações ocorre no sistema musculoesquelético, que sofre perda gradativa da massa muscular, conhecida como sarcopenia. A consequência direta é a diminuição da força muscular, associada a distúrbios do equilíbrio, redução da velocidade de marcha e declínio funcional, que predis põem às quedas^{5,6}. A queda tem sido apontada como um problema de saúde pública entre idosos, em decorrência das possíveis fraturas, medo de cair, restrição de atividades e isolamento social, aumento da dependência, do risco de institucionalização, da mortalidade e dos custos socioeconômicos⁶⁻⁸.

Cham et al.⁹ mostraram a importância da estratégia de controle postural biomecânico, refletida nos ajustes posturais das articulações dos membros inferiores, na compreensão da relação entre marcha e quedas. Observaram que os elevados momentos de força do joelho e quadril produzidos durante o desequilíbrio na marcha indicam a influência dessas articulações na recuperação do equilíbrio, e que o tornozelo atua apenas passivamente na tentativa de evitar a queda. Em contrapartida, outros autores^{10,11} reportaram a atuação do tornozelo como a primeira estratégia de controle postural em uma situação de perturbação ântero-posterior na postura ereta, convergindo com Guimarães⁶ e Pinho⁸, que demonstraram uma relação entre a diminuição da força muscular de tornozelo e a ocorrência de quedas em idosos.

Tem sido reportado que a organização da resposta muscular pode representar uma sinergia flexora, e que a ativação precoce de tibiais anteriores e bíceps femorais atua na flexão do tornozelo e joelho, respectivamente, para direcionar o corpo à base de suporte de forma estratégica para evitar quedas¹⁰. Alguns estudos mostraram ainda que menores picos de torque e potência nos extensores e flexores de joelho, dorsiflexores e flexores plantares do tornozelo estão associados aos idosos caídores¹², e que a articulação do quadril mostra-se relevante em situações de instabilidade anteroposterior e médio-lateral¹¹.

Neste contexto, apesar da relação entre a redução da força muscular dos membros inferiores e o aumento do número de quedas já ter sido descrita na literatura internacional^{13,14}, a relação entre queda e o comprometimento específico por grupo muscular dos membros

inferiores ainda não foi bem definida para idosos brasileiros. Assim, o objetivo deste estudo foi identificar se há diferença entre o desempenho dos grupos musculares do tornozelo, joelho e quadril em idosos que sofreram quedas e idosos que não apresentaram quedas nos últimos seis meses.

METODOLOGIA

Este estudo transversal foi realizado com 81 idosos (42 mulheres e 39 homens) com 65 anos ou mais ($74,93 \pm 7,18$), comunitários, independentes e capazes de deambular sem auxílio. Os sujeitos eram voluntários e foram recrutados em grupos de convivência ou por demanda voluntária. Os idosos foram divididos em dois grupos, de acordo com o autorrelato de queda(s) nos últimos seis meses: G1, com 56 idosos que negaram quedas; e G2, com 25 idosos que relataram uma ou mais quedas. Foram excluídos os idosos que apresentaram alterações cognitivas no miniexame do estado mental¹⁵, doenças neurológicas diagnosticadas ou fraturas recentes (últimos três meses) nos membros inferiores. A queda foi definida como um evento não intencional que resulta na mudança de posição do indivíduo para um nível mais baixo em relação à posição inicial⁸.

A variável nível de atividade física foi obtida pelo escore ajustado de atividade (EAA) do questionário perfil de atividade humana (PAH)¹⁶. Para medir os parâmetros da função muscular (pico de torque, trabalho proporcional ao peso corporal e potência média) utilizou-se o dinamômetro isocinético Biodex System 3 Pro, equipamento que possibilita avaliar quantitativamente a força, potência e resistência muscular^{17,18}.

Os dados foram coletados por dois examinadores treinados. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado no Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais (492/07).

Os participantes foram entrevistados para registrar as variáveis clínico-demográficas e determinar o nível de atividade física. Para a realização da avaliação isocinética, os indivíduos realizaram movimentos de flexão e extensão das articulações de tornozelo, joelho e quadril, bilateralmente. Foram observados os princípios do teste isocinético; os participantes foram encorajados verbalmente e familiarizados com o equipamento realizando três repetições do movimento. A ordem de avaliação foi aleatorizada por meio de sorteio de três

envelopes opacos contendo o nome das articulações. Os testes foram feitos com contrações concêntricas, velocidades angulares constantes de 60°/s (cinco repetições) para tornozelo, de 60°/s (cinco repetições) e 180°/s (15 repetições) para joelho e de 60°/s (cinco repetições) e 120°/s (15 repetições) para quadril. A velocidade angular de 60°/s foi usada para obter a variável “pico de torque” e caracterizou o parâmetro força muscular¹⁹. As velocidades de 120 e 180°/s foram usadas para obter a “potência média” e caracterizaram a variável potência muscular^{17,19}.

Para testar o tornozelo, na posição sentada, o joelho foi posicionado a 30° de flexão e o eixo do dinamômetro, alinhado com o maléolo lateral. A amplitude de movimento (ADM) testada foi de 10° de dorsiflexão a 30° de flexão plantar. As avaliações do joelho foram realizadas com o idoso sentado na cadeira com 85° de inclinação do encosto, com o eixo do aparelho alinhado ao epicôndilo lateral do fêmur e a almofada da alavanca posicionada 3 cm acima do maléolo lateral. A ADM testada foi de 85° a partir do ângulo de 90° de flexão do joelho. O quadril foi testado em ortostatismo, com apoio dos membros superiores, em um dispositivo estabilizador²⁰, fixado em posição neutra, com eixo do dinamômetro alinhado superior e anteriormente ao trocânter maior e a almofada da alavanca posicionada no terço distal da coxa, logo acima da patela.

As análises estatísticas foram processadas no programa SPSS 15.0 e a distribuição dos dados foi verificada

com o teste Kolmogorov-Smirnov. Utilizou-se o teste *t* de Student, com avaliação da homocedasticidade (teste de Levene), e considerou-se nível de significância $\alpha=0,05$ ²¹.

RESULTADOS

As características clínico-demográficas e antropométricas dos idosos estão descritas na Tabela 1. Considerando a recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte²², 50% dos idosos não caídores e 60% dos caídores relataram prática de exercício físico regular. No questionário PAH, 58,9% dos não caídores e 52,2% dos caídores foram classificados como ativos, e 39,3% dos não caídores e 43,5% dos caídores como moderadamente ativos. Os grupos não apresentaram diferenças em relação ao EAA (PAH), ao índice de massa corporal (IMC), estatura, massa corpórea, duração e frequência do exercício físico.

De acordo com as Tabelas 2 e 3, os idosos caídores (G2) apresentaram déficit significativo nas variáveis pico de torque, trabalho por peso corporal e potência média do joelho em relação aos não caídores (G1). A maioria das variáveis do tornozelo e quadril não apresentou diferenças significativas entre os grupos. Apenas a variável pico de torque de extensão de quadril esquerdo foi significativamente maior no G1($p=0,035$).

Tabela 1. Descrição clínica-demográfica e antropométrica da amostra

Variáveis	Não queda (Grupo 1)	Queda (Grupo 2)	Valor p
Sexo*			
Feminino	48% (27)	60% (15)	–
Masculino	52% (29)	40% (10)	–
Idade**	74,88±6,97	75,04±7,76	0,925
Dominância direita*	100% (56)	96% (24)	–
Número de quedas**	0,00±0,00	1,64±0,79	<0,001
Prática de exercício regular*	50% (28)	60% (15)	–
Duração (min)*	47,86±14,55	62,33±35,45	0,065
Frequência (dias/semana)**	4,11±1,62	3,60±1,29	0,302
Massa corporal (kg)**	69,84±12,33	68,38±14,76	0,645
Estatura (m)**	1,61±0,09	1,59±0,09	0,325
IMC**	27,00±4,24	26,99±4,02	0,995
PAH (EAA)**	78,55±12,47	76,61±15,64	0,561
PAH (classificação) *			
Ativo	58,9% (33)	52,2% (13)	–
Moderadamente ativo	39,3% (22)	43,5% (11)	–
Inativo	1,8% (1)	4,3% (1)	–

IMC: índice de massa corpórea; PAH: perfil de atividade humana; EAA: escore ajustado de atividade
*Proporção (n); **média±desvio-padrão

Tabela 2. Comparação do trabalho por peso corporal dos grupos musculares de quadril, joelho e tornozelo

Variáveis	Não queda (Grupo 1) (média±desvio-padrão)	Queda (Grupo 2) (média±desvio-padrão)	Valor p
Trabalho por peso corporal (J) - 60°/s			
Flexão de quadril D	89,16±30,80	82,73±22,44	0,351
Flexão de quadril E	89,43±27,97	80,19±25,80	0,164
Extensão de quadril D	57,34±27,43	47,91±23,60	0,141
Extensão de quadril E	60,20±29,28	48,70±23,17	0,087
Flexão de joelho D	66,21±29,08	59,65±24,93	0,331
Flexão do joelho E*	66,93±23,68	55,24±22,47	0,040
Extensão de joelho D	147,32±42,25	130,72±41,96	0,106
Extensão de joelho E	142,23±38,72	124,88±32,82	0,055
Flexão plantar D	28,24±15,25	26,38±12,87	0,601
Flexão plantar E	26,09±14,07	24,71±10,16	0,556
Dorsiflexão D	12,95±8,19	11,94±8,35	0,615
Dorsiflexão E	11,58±4,27	11,33±4,29	0,808
Trabalho por peso corporal (J) - 120°/s			
Flexão de quadril D	78,34±27,22	71,12±19,81	0,237
Flexão de quadril E	78,45±25,65	71,14±24,02	0,231
Extensão de quadril D	49,19±27,75	46,56±22,62	0,679
Extensão de quadril E	52,30±31,20	44,66±21,56	0,207
Trabalho por peso corporal (J) - 180°/s			
Flexão de joelho D*	43,09±18,47	34,26±17,74	0,048
Flexão de joelho E*	41,26±16,80	32,18±15,65	0,025
Extensão de joelho D*	97,86±29,17	81,79±27,34	0,022
Extensão de joelho E*	91,04±26,94	77,63±26,64	0,041

D: membro direito; E: membro esquerdo; J: Joule

*p<0,05

Tabela 3. Comparação do pico de torque e potência média dos grupos musculares de quadril, joelho e tornozelo

Variáveis	Não queda (Grupo 1) (média±desvio-padrão)	Queda (Grupo 2) (média±desvio-padrão)	Valor p
Pico de torque (Nm) - 60°/s			
Flexão de quadril D	111,37±36,55	103,79±27,47	0,357
Flexão de quadril E	114,71±35,94	101,32±30,31	0,109
Extensão de quadril D	86,69±35,67	73,88±30,17	0,122
Extensão de quadril E*	92,98±38,79	77,25±25,81	0,035
Flexão de joelho D	64,04±24,08	56,68±20,43	0,188
Flexão de joelho E*	64,35±20,14	53,38±20,47	0,027
Extensão de joelho D	150,83±41,64	134,50±39,99	0,103
Extensão de joelho E*	147,08±38,54	126,62±38,64	0,030
Flexão plantar de tornozelo D	61,98±30,31	55,27±26,10	0,341
Flexão plantar de tornozelo E	56,86±28,53	23,22±22,02	0,578
Dorsiflexão de tornozelo D	25,03±12,89	24,43±16,63	0,860
Dorsiflexão de tornozelo E	23,66±7,00	22,45±7,75	0,513
Pico de torque (Nm) - 120°/s			
Flexão de quadril D	106,62±36,58	99,18±27,79	0,368
Flexão de quadril E	108,41±34,89	95,98±29,52	0,126
Extensão de quadril D	80,64±39,21	73,48±33,96	0,432
Extensão de quadril E	86,87±45,75	73,32±29,19	0,186
Pico de torque (Nm) - 180°/s			
Flexão de joelho D*	45,88±16,06	37,45±14,90	0,029
Flexão de joelho E*	44,12±14,72	35,32±14,57	0,015
Extensão de joelho D*	99,53±26,92	86,43±25,47	0,043
Extensão de joelho E*	93,60±25,85	78,98±25,64	0,021
Potência Média (W) - 120°/s			
Flexão de quadril D	71,43±30,11	62,87±29,22	0,237
Flexão de quadril E	71,20±27,61	61,79±28,39	0,164
Extensão de quadril D	38,66±26,36	33,66±21,43	0,408
Extensão de quadril E	41,48±30,82	32,91±19,72	0,206
Potência Média (W) - 180°/s			
Flexão de joelho D*	35,65±20,28	25,53±17,27	0,033
Flexão de joelho E*	32,69±17,89	23,51±15,53	0,029
Extensão de joelho D	91,97±37,89	75,41±38,61	0,075
Extensão de joelho E	84,10±33,01	69,12±34,02	0,065

D: membro direito; E: membro esquerdo; Nm: Newton.metro; W: watts

*p<0,05

DISCUSSÃO

O estudo comparou a função muscular isocinética de membros inferiores de idosos que não apresentaram quedas (G1) e que apresentaram quedas (G2) nos últimos seis meses, e demonstrou menor desempenho muscular especificamente para a articulação do joelho de G2. Os dois grupos de idosos não diferiram entre si em relação à idade ($p=0,925$), IMC ($p=0,995$), duração ($p=0,065$) e frequência ($p=0,302$) da prática de exercício, nível de atividade física ($p=0,561$) e dominância.

Em relação à função muscular do joelho, encontrou-se que o ponto em que a força máxima é produzida (pico de torque) demonstrou diferença significativa entre os grupos para os movimentos de flexão e extensão a $180^\circ/\text{s}$ e para os movimentos de flexão de extensão de joelho esquerdo a $60^\circ/\text{s}$. Observou-se também diferença entre os grupos para a quantidade de força produzida pelo músculo ao longo de toda a amplitude de movimento (trabalho proporcional ao peso corporal) para flexão e extensão dos joelhos, principalmente a $180^\circ/\text{s}$. Outra diferença significativa observada foi a habilidade do músculo em gerar força em um determinado tempo (potência média) para flexão bilateral de joelho a $180^\circ/\text{s}$. Esses achados convergem com a literatura, que sugere que os idosos que caem produzem menores picos de torque e potência nos extensores e flexores de joelho¹² e que as contrações em alta velocidade são mais afetadas com o envelhecimento que as contrações lentas¹¹.

Marigold et al.¹⁰ demonstraram que a resposta reativa de recuperação do equilíbrio após escorregar revela o bíceps femoral e tibial anterior como os primeiros a serem ativados, seguidos do gastrocnêmio e, só então, do reto femoral. Outro estudo¹¹, que analisou a atividade eletromiográfica das musculaturas de membros inferiores também em situações de perturbação do equilíbrio, descreveu a utilização da estratégia do tornozelo e do quadril e revelou a importância da sinergia muscular de ativação da musculatura do joelho para auxiliar no retorno do equilíbrio. Esses relatos reforçam a influência dos músculos do joelho na prevenção das quedas.

Embora esteja documentado o papel da ativação dos músculos do tornozelo como estratégia para evitar quedas¹¹ e que haja relação entre a diminuição da força muscular de flexores plantares e a ocorrência de quedas em idosos^{6,8}, este estudo não encontrou diferenças significativas em nenhuma das variáveis de força dessa musculatura entre os grupos estudados. Cham et al.⁹ demonstraram que, em estratégia rápida, para evitar quedas em superfícies escorregadias, o tornozelo age como uma articulação passiva, não

sendo primordial para evitar a queda. Segundo Shumway-Cook¹¹, a estratégia de atuação do tornozelo para manter o equilíbrio parece ser mais requisitada em situações de menor perturbação e em superfície de apoio firme.

Em relação ao desempenho muscular do quadril, embora todas as variáveis medidas tenham apresentado tendência de ser inferior entre os idosos que relataram quedas (G2), apenas o pico de torque de extensão de quadril esquerdo demonstrou diferença significativa entre os grupos. Os resultados de Pinho et al.⁸ convergem com tais achados, uma vez que também não encontraram diferenças significativas para a função muscular de quadril entre os grupos de idosos estudados. Tem sido reportado, contudo, que a articulação do quadril é responsável por estabelecer o equilíbrio para evitar quedas¹¹. Neste sentido, Ploutz-Snyder et al.³ demonstraram que a força de extensão dos membros inferiores está associada à capacidade de evitar uma queda após uma perturbação da marcha e pode ser usada para identificar o risco de quedas em idosos.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre os grupos quanto ao desempenho muscular de quadril e tornozelo, todas as variáveis mensuradas apresentaram valores inferiores no G2. Possivelmente, o modo como os grupos foram divididos pode ter dificultado evidenciar diferenças significativas. O fato de se considerar caídores idosos os que caíram apenas uma vez pode ter influenciado a significância estatística do G2, uma vez que tais participantes podem ter caído por motivos acidentais e não necessariamente devido a uma alteração da função muscular²³. Considerando que a queda tem múltiplos fatores causais, incluindo extrínsecos, como piso escorregadio, má iluminação ou terrenos irregulares, seria possível reduzir a probabilidade de uma queda por fatores ambientais, incluindo-se no G2 apenas idosos considerados caídores recorrentes, ou seja, que caíram duas ou mais vezes no período de um ano²⁴.

Considerando as limitações do estudo, recomenda-se que em investigações futuras amostras maiores sejam utilizadas, a fim de contribuir para maior generalização dos resultados encontrados, e que sejam incluídos no grupo que relatou queda apenas idosos considerados caídores recorrentes, para eliminar o efeito de quedas ocasionais.

CONCLUSÃO

Idosos que referem algum episódio de queda nos últimos seis meses revelam menores valores de pico de

torque, trabalho proporcional ao peso corporal e potência média em alta velocidade angular ($180^\circ/\text{s}$) para o joelho quando comparados com idosos que não caíram. Assim, é importante considerar a função muscular do joelho durante a avaliação clínica de idosos, para direcionar a intervenção, torná-la mais assertiva e, assim, evitar o primeiro evento de queda ou sua recorrência. Para isso, sugere-se que as musculaturas dos joelhos sejam treinadas, principalmente em alta velocidade e em atividades funcionais.

REFERÊNCIAS

1. WHO. World Health Organization. World report on violence and health. [cited 2012 Mar 4]. Available from: http://www.who.int/violence_injury_prevention/violence/world_report/en/
2. Carvalho J, Soares JMC. Envelhecimento e força muscular - breve revisão. *Rev Port Cien Desp*. 2004;4(3):79-93.
3. Ploutz-Snyder LL, Manini T, Ploutz-Snyder RJ, Wolf DA. Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2002;57(4):B144-52.
4. Matsudo S, Matsudo V, Barros T. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Ver Bras Ciênc e Mov*. 2000;8:21-32.
5. Faria JC, Machala CC, Dias RC, Dias JMD. Importância do treinamento de força na reabilitação da função muscular, equilíbrio e mobilidade de idosos. *Acta Fisiátrica*. 2003;10(3):133-7.
6. Guimarães JMN, Farinatti PTV. Análise descritiva de variáveis teoricamente associadas ao risco de quedas em mulheres idosas. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(5):299-305.
7. Ramos LR, Toniolo J, Cendoroglo MS, Garcia JT, Najas MS, Perracini M, et al. Two-year follow-up study of elderly residents in S. Paulo, Brazil: methodology and preliminary results. *Rev Saude Publica*. 1998;32(5):397-407.
8. Pinho L, Dias RC, Freire MTF, Tavares CF, Dias JMD. Avaliação isocinética da função muscular do quadril e do tornozelo em idosos que sofrem quedas. *Rev Bras Fisioter*. 2005;9(1):93-9.
9. Cham R, Redfern MS. Lower extremity corrective reactions to slip events. *J Biomech*. 2001;34(11):1439-45.
10. Marigold DS, Patla AE. Strategies for dynamic stability during locomotion on a slippery surface: effects of prior experience and knowledge. *J Neurophysiol*. 2002;88(1):339-53.
11. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle postural normal. In: Shumway-Cook A, Woollacott MH, editores. *Controle motor - teoria e aplicações práticas*. 2a ed. Barueri: Manole; 2003. p. 153-78.
12. Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am Geriatr Soc*. 1987;35(1):13-20.
13. Pizzigalli L, Filippini A, Ahmaidi S, Jullien H, Rainoldi A. Prevention of falling risk in elderly people: the relevance of muscular strength and symmetry of lower limbs in postural stability. *J Strength Cond Res*. 2011;25(2):567-74.
14. Bento PC, Pereira G, Ugrinowitsch C, Rodacki AL. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. *Clin Biomech*. 2010;25(5):450-4.
15. Lourenço RA, Veras RP. Mini-exame do estado mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Rev Saude Publica*. 2006;40(4):712-9.
16. Souza AC, Magalhães LC, Teixeira-Salmela LF. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do Perfil de Atividade Humana. *Cad Saúde Pública*. 2006;22(12):2623-36.
17. Dvir Z. *Isocinético: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. 1a ed. São Paulo: Manole; 2002.
18. Perrin DH. Isokinetic exercise and assessment. In: Human Kinetics Publishers, editor. *Interpreting and isokinetic evaluation*. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1993. p. 59-71.
19. Gomes WF. Impacto de um programa estruturado de fisioterapia aquática em idosos com osteoartrite de joelho [dissertação]. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.
20. Oliveira A. Estudo comparativo do desempenho muscular isocinético do quadril de jovens e idosos utilizando um dispositivo estabilizador [dissertação]. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.
21. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical research - applications to practice*. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall; 2000.
22. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1435-45.
23. Gates S, Smith LA, Fisher JD, Lamb SE. Systematic review of accuracy of screening instruments for predicting fall risk among independently living older adults. *J Rehabil Res Dev*. 2008;45(8):1105-16.
24. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*. 1988;319(26):1701-7.